

En partie d'après le manuel numérique d'Image <https://spcl.ac-montpellier.fr/moodle/>

## I. Vrai ou faux ?

1. L'effet Doppler concerne uniquement les ondes mécaniques, pas les ondes électromagnétiques.
2. La situation ci-contre peut être interprétée comme un effet Doppler.
3. Dans la situation photographiée ci-contre, la longueur d'onde des vagues que produit le canard est plus élevée devant lui que derrière lui.
4. Dans la situation photographiée ci-contre, la fréquence des vagues que produit le canard est plus élevée devant lui que derrière lui.
5. Si une source sonore est en mouvement, un observateur par rapport auquel la source s'éloigne reçoit un son plus aigu qu'un observateur par rapport auquel elle se rapproche.
6. Le conducteur d'un camion de pompiers entend un « pin-pon » plus aigu lorsqu'il avance vite que lorsqu'il est immobile.
7. Si le professeur de physique pouvait courir très, très vite dans la direction de ses élèves, sa chemise verte apparaîtrait rouge à ces derniers.



## II. Sirène du camion de pompier.

### Document : Relation entre la fréquence émise $f_E$ et la fréquence reçue $f_R$

Lorsque la source est en mouvement en ligne droite par rapport au récepteur :

$$f_R = f_E \frac{v_{\text{onde}}}{v_{\text{onde}} \pm v_{\text{source}}}$$

$v_{\text{onde}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  étant la célérité des ondes sonores et  $v_{\text{source}}$  la vitesse de la source

Le signe «  $\pm$  » diffère selon que la source s'éloigne ou se rapproche du récepteur.

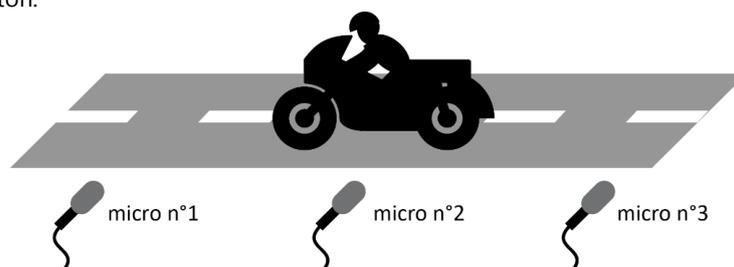
La sirène du camion de pompier émet deux sons de fréquences  $f_1 = 435 \text{ Hz}$  et  $f_2 = 732 \text{ Hz}$ . Le camion se rapproche à la vitesse de  $110 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  d'un observateur immobile.

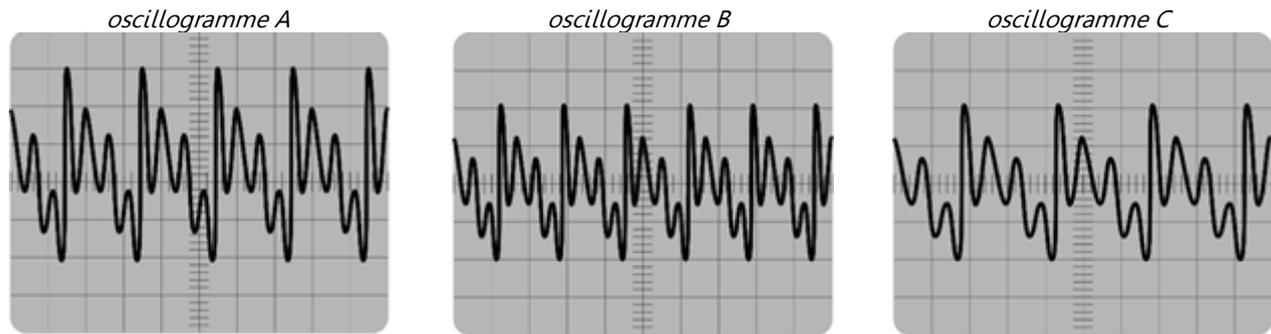
1. Lorsque le camion se rapproche de l'observateur immobile, s'attend-on à une fréquence reçue plus élevée ou plus faible que la fréquence émise ? Justifier.
2. En déduire si l'expression à utiliser utilise le signe « + » ou le signe « - ».
3. Calculer les fréquences perçues par l'observateur immobile.
4. En déduire les décalages Doppler correspondants.

## III. Le bruit du motard.

Un motard se déplace sur une piste à pleine vitesse. Afin d'étudier le bruit de son moteur, on a disposé à trois endroits de la route des micros, reliés à des oscilloscopes.

L'acquisition est déclenchée lorsque le motard se trouve au niveau du micro central : la figure ci-dessous représente symboliquement la situation.





sensibilité horizontale pour les 3 oscillogrammes : 2ms / division

1. Associer chacun des oscillogrammes suivants au micro qui a permis de l'obtenir.
2. Calculer le décalage en fréquence dans cette situation.
3. L'expression approchée du décalage en fréquence en fonction des vitesses est

$$\delta f = f_E \times \frac{v}{\text{célérité}} \quad f_E \text{ étant la fréquence de l'onde émise et } v \text{ la vitesse de la source par rapport au récepteur.}$$

La célérité des ondes sonores dans l'air vaut 340 m/s.

Combien vaut la vitesse du motard par rapport à la route (en km/h) ?

#### IV. Radar fixe.

##### Document 1 : Cas d'une onde réfléchiée par un obstacle mobile

Si la source et le récepteur sont immobiles, placés au même endroit et si l'onde, se propageant à la célérité  $c$  est réfléchiée par un obstacle en mouvement à la vitesse  $v$  et dans une direction d'angle  $\theta$  par rapport à celle où se trouve l'ensemble source+récepteur, alors le décalage Doppler est :

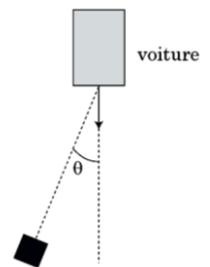
$$\delta f = f_{\text{émise}} \frac{2 \cdot v \cdot \cos \theta}{c}$$

##### Document 2 : Les radars fixes

Ces radars utilisent le principe de l'effet Doppler-Fizeau pour mesurer la vitesse. Ils émettent une onde électromagnétique qui est réfléchiée par la cible se trouvant dans la direction pointée. Par effet Doppler, cette onde réfléchiée possède une fréquence légèrement différente de celle émise : une fréquence plus grande pour les véhicules s'approchant du radar et une plus petite pour ceux s'éloignant. En mesurant la différence de fréquence entre l'onde émise et celle réfléchiée et connaissant l'angle de mesure (voir figure ci-contre), on peut calculer la vitesse de la cible.

Exemple de radar fixe utilisé en France :

- fréquence d'émission : 25,125 GHz
- angle de mesure : 25 °
- marge d'erreur : 5 km/h



Sur une autoroute où la vitesse est limitée à 130 km/h, le radar fixe décrit précédemment mesure, pour une voiture, un décalage Doppler de 5200 Hz. Le conducteur est-il en infraction ? Justifier en calculant sa vitesse en km.h<sup>-1</sup>.